

Innovació en temps de crisi: El cas del comptador de gas de Catalana.

Francesc X. Barca-Salom
Universitat Politècnica de Catalunya

1. Introducció

He de començar per agrair a la Fundació Gas Natural i en particular al seu president Pere-A. Fàbregas que hagués confiat en nosaltres (en Joan Carles Alayo i en mi) a l'encarregar-nos l'elaboració d'un extens estudi sobre la història de la tecnologia del gas. Arran d'aquest encàrrec varem poder consultar la completa biblioteca i l'arxiu d'aquesta institució i varem comptar amb l'ajut i les orientacions de la seva responsable, la bibliotecària Anna Bragulat, sense la qual la localització de molts documents i llibres hagués estat més complicada i aquesta comunicació, evidentment, no hagués estat possible.

Em disculparan, però, si el meu treball peca una mica massa del recurs a les fonts escrites. Val a dir que, no tot ho he basat amb els informes i els documents, també, gràcies de nou a la Fundació Gas Natural i als treballs d'història oral duts a terme per Maria Marin, he pogut consultar generosament els enregistraments en vídeo que va realitzar a un dels artífexs de l'aparell que presentem, l'enginyer Sr. Tutusaus, que constitueixen una font imprescindible per a un treball d'Arqueologia.

L'objectiu d'aquesta comunicació no és altra que la de donar a conèixer les circumstàncies com fou inventat i registrat per Catalana de Gas i Electricitat un comptador de gas en la dècada dels anys 1950-1960, el comptador CGE, i així contribuir al coneixement de la història concreta d'aquest aparell. Soc conscient que no els estic descobrint res de nou, que no es tracta doncs de presentar un comptador desconegut ni d'endegar cap procés reivindicatiu, ja que ni l'aparell estava amagat ni corria cap perill. Els magatzems del Museu del gas en tenen molt bona cura d'alguns exemplars i els tècnics encara vius d'aquella època en son perfectament conscients d'aquest invent. Solament he pretès de mostrar les vicissituds que propiciaren el desenvolupament d'aquest invent, emmarcar la seva aparició dins el context històric de l'època i tractar de deduir d'aquí alguna lliçó sobre el paper de la innovació tecnològica en temps de crisi i la forma com les grans empreses en fan recurs per superar els moments conflictius. Per això he dividit aquesta comunicació en tres apartats. En el primer analitzarem les circumstàncies que motivaren l'invent, en el segon, explicarem el procés d'establiment de la patent i finalment, analitzarem els resultats de la seva implantació.

2. Sense carbó per fabricar gas

Per entendre les circumstàncies en què es va desenvolupar la història que els explicaré cal situar-se en els anys posterior a la guerra civil espanyola. Anys de carestia i de restriccions, de cartilles de racionament i d'estraperlo. Com altres productes, el carbó estava controlat i les zones gasificades, que eren poques i es trobaven majoritàriament en els territoris dels vençuts, tingueren importants dificultats per aconseguir la matèria primera amb la que fabricar el gas. En el cas concret de Catalana de Gas es pot afirmar que van tenir seriosos problemes per fer front el subministrament de gas degut a la manca de carbó i al fet que el que es cremava generava un gas de baix poder calorífic. Una memòria de 1949 redactada pels enginyers de l'empresa ho resumia amb aquestes paraules:

«Las circunstancias actuales de escasez de carbón, que vienen perdurando hace más de 10 años, obligan a las Compañías distribuidoras del gas del alumbrado, a suministrar un gas cuyo poder calorífico es muy inferior al que venían distribuyendo normalmente antes de la guerra, con lo cual se ha producido un aumento en la densidad de aquel, provocando un incremento en la pérdida de

presión en las tuberías. Además dicha escasez de carbón ha obligado a emitir presiones bajas en la red, presiones que por las circunstancias aludidas y debido al gran consumo que hoy en día se hace de este fluido, van disminuyendo a medida que nos alejamos de los centros de emisión (reguladores de la fábrica, de la red), llegando eventualmente en numerosos puntos a presiones prácticamente inaprovechables con los actuales contadores, y excepción de los llamados hidráulicos».¹

Aleshores hi havia, principalment, tres tipus de comptadors d'abonat en el mercat: el comptador hidràulic, el comptador sec i el comptador d'oli.

El comptador hidràulic, inventat per Samuel Clegg i perfeccionat per John Malan es componia d'un tambor submergit en aigua fins a una altura fixa i dividit en quatre cambres estanques que s'omplien i es buidaven alternativament de gas. La pressió del gas en actuar sobre les parets de les cambres produïa la rotació del tambor. Un mecanisme d'enregistrament recollia el moviment de rotació del tambor sobre unes esferes i permetia comptar el consum de gas.

La pressió d'entrada del gas era fonamental ja que aquesta era l'encarregada de fer girar el tambor. També era fonamental que el nivell de l'aigua sempre fos el mateix ja que si era més baix el comptador comptava menys consum del realitzat i si era més alt en comptava de més. De fet el nivell de l'aigua tenia sempre tendència a variar, be per evaporació que era el més freqüent, però també per inclinació dels comptadors, per procediments fraudulents com treure aigua per succió o, en comptades ocasions, per condensació del vapor que arrossegava el gas.²

La companyia de gas havia de controlar el nivell dels comptadors mensualment per evitar els errors de mesura. La pràctica habitual de l'operari consistia en posar una mica més d'aigua cada cop que feia la revisió de manera que la primera meitat del mes la mesura era favorable a la companyia i la segona ho era per el client.

A Barcelona, la empresa de Federico Ciervo no solament els va comercialitzar sinó que va introduir-ne millores. Una memòria de l'enginyer Bruno García Abad escrita el 1895 en referir-se al tambor ens deia:

«Sr. Ciervo la hace de una aleación de estaño y antimonio, y cada constructor la hace de diferente clase; en mi concepto se podrá hacer de una plancha delgada, flexible y galvanizada, siempre que no sea atacada por el gas ni por el agua); en su interior hay cuatro compartimentos helicoidales cuya capacidad se hace de una medida exacta de metro cúbico».³

El comptador sec també va ser ideat per John Malan, però no el va construir ell sinó que va ser patentat als EUA per un tal Berry. Consistia en una cambra quadrada dividida en dos compartiments al mig dels quals hi havia unes membranes de cuir que en donaven lloc a quatre compartiments. El moviment d'aquestes parets flexibles en omplir-se i buidar-se de gas, prèviament convertit en un moviment circular, permetia la mesura de la quantitat de gas consumida. Aquests comptadors tenien l'avantatge que no requerien ser anivellats com els d'aigua. El perfeccionament de les membranes els va fer preferits als hidràulics en les primeres dècades del segle XX.⁴

Una de les empreses que va apostar més fort per a la fabricació dels comptadors secs va ser Kromschroeder que va muntar a Barcelona una sucursal el 1908 per a la seva

¹ Caixa 589. Arxiu Fundació Gas Natural (AFGN)

² Darcel (1878), p.55. Shilling (1868), p. 347. Borias (1890), p. 360-370. Mineur (1922), p. 52. Biard, Grangette (1926) vol.I, p. 143.

³ García (1895), p. 69.

⁴ Borias (1890), p. 371. Shilling (1868), p. 355. Labooulaye (1873), p.1217. Mineur (1922), p. 62. Biard, Grangette (1926) vol.I, p. 152.

comercialització. Una de les principals característiques era l'extrema cura que tenien amb les membranes i el tractament superficial al que eren sotmeses per a convertir la pell en perfectament impermeable i flexible.⁵

Un tercer model de comptadors que pretenia donar solució a la despesa que representava l'anivellament periòdic fou el comptador d'oli. És tractava d'un comptador que feia servir dues campanes oscil·lants de manera que quan una estava submergida en oli l'altra estava plena de gas. L'amplitud del moviment alternatiu produït per l'entrada i sortida del gas a cada campana era el que degudament transformat permetia determinar el cabal consumit. El model més conegut duia la marca Sigma i es fabricava per a consums no massa grans.⁶

El gas que es produïa i es distribuïa després de la guerra civil tenia una pressió tan baixa que ocasionava que a alguns consumidors que tenien comptador secs, aquests no se'ls posessin en marxa per a pressions inferiors a 5 mm cda i resultés igual com si no tinguessin subministrament. Menys problemes presentaven els comptadors hidràulics que podien arrancar a pressions de 2 o 3 mm cda. A més, la poca depuració del gas i la mala qualitat en què es construïen els comptadors ocasionava tamponaments i dipòsits a la part superior precisament a la part més delicada que era la del registre. Per aquest motiu en un principi es va considerar com a més aconsellables els comptadors hidràulics. Tanmateix, la substitució dels comptadors secs per hidràulics no era fàcil perquè aquests eren més voluminosos i resultaven més cars a la Companyia degut a l'anivellament. A més s'havia constatat que generaven moltes reclamacions (en mitjana unes 50 diàries per causa de l'excés o la falta d'aigua) tot i haver fet les preceptives revisions mensual d'anivellament.

«De todo lo expuesto se desprende, que tendríamos un mejor contador, si lográsemos las ventajas del tipo hidráulico, reduciendo a un mínimo los inconvenientes señalados. Y es idea la que ha presidido al preparar un tipo de contador que respondiera lo mejor posible a nuestros deseos ».⁷

Els enginyers de Catalana van recórrer a la innovació per afrontar aquesta situació de crisi en què estaven immersos i van pensar en dissenyar un nou model de comptador. La tècnica havia de permetre un cop més donar resposta als problemes econòmics i socials. El fet que els comptadors hidràulics semblessin més avantatjosos que els altres tipus va portar a Catalana de Gas a crear-ne un nou model que mantingués els avantatges dels hidràulics i s'estalviés els inconvenients. Així fou com al setembre de 1951 es va presentar un comptador CGE similar a un hidràulic de 3 becs (1bec equivalia a un consum de 140 litres/hora) que s'anivellava mitjançant gasoil.

3. El comptador CGE, model d'utilitat

El primer model de comptador assajat es va muntar aprofitant un tambor normal d'un d'hidràulic de 3 becs submergint-lo en gasoil de manera que no hi haguessin pèrdues per evaporació i no calgués cap servei d'anivellament periòdic. A més en substituir l'aigua per gasoil es reduïen considerablement els efectes d'oxidació i les incrustacions. El gas entrava per la part posterior del tambor, el feia girar i sortia per la part anterior on anava a parar a una caixa recol·lectora de líquids i d'aquí a la sortida. La caixa de recol·lecció es va dissenyar amb una gran capacitat per recollir les aigües de condensació del gas de la canonada de sortida. Això representava una avantatja respecte als comptadors hidràulics ja que els condensats no entraven a l'interior modificant el nivell. Solament en el cas que la caixa de recol·lecció quedés emplenada, sols aleshores el comptador bloquejaria el pas del gas.

⁵ Consultar els catàlegs de Kronschoeder (1908). Kronschoeder (1925).

⁶ Biard, Grangette (1926) vol.I, p. 154.

⁷ Caixa 589. AFGN

Aquest comptador podia arrencar a unes pressions mínimes de 1 mm cda i ocasionava unes pèrdues també de la mateixa magnitud. L'operació d'anivellament amb gasoil es feia mitjançant el tub d'entrada dels comptadors hidràulics de forma que un cop aconseguit el nivell prefixat aquest es mantenia fix i invariable. Tot l'excés que pogués produir-se per condensació era evitat en reconduir-lo cap a la capsula de recollida.

Aquest model, dissenyat al setembre de 1951, en ser assajat va presentar alguns inconvenients de manera que a mitjans de l'any següent va caldre incorporar algunes millores principalment en els models de 5 i 10 becs consistents, primer, en un tub de nivell que evités que el gas arrossegés part de gasoil, tot recollint aquest en un recipient que en augmentar de pes reduïa el pas del gas sense tancar-lo. I segon, en la transmissió del moviment en aconseguir-se evitar que el gasoil passés per capil·laritat a la caixa de les esferes mitjançant la col·locació de dos imants en substitució de l'estopada.

Mentre es duïen a terme aquestes millores, Catalana de Gas va engegar el procés de legalització del seu invent. Al setembre de 1951 va sol·licitar al Ministeri l'aprovació oficial dels comptadors de 5 i 10 becs i per això va enviar dos models de comptadors i dues llaines de gasoil per a que es fessin els assajos pertinents. Al mateix temps va presentar al Registre General de la Propietat Industrial la sol·licitud de model d'utilitat.

El Ministeri d'Indústria va passar la documentació a la Comissió Permanent de Peses i Mesures i aquesta va demanar un informe tècnic a l'Escola Especial d'Enginyers Industrials de Madrid i a CAMPSA, principalment sobre l'ús de gasoil com a líquid anivellador, per esbrinar si hi havia algun risc per les persones.

Les proves realitzades van consistir en fer circular gas a través d'un comptador que era anivellat amb diferents líquids i determinar després el seu poder calorífic. Les operacions es van repetir a 85°C, temperatura a la qual es creia que el gasoil podia desprendre components volàtils que podien barrejar-se amb el gas i resultar perjudicials. Les proves es van repetir també amb gas desbenzolat per mitjà de carbó actiu. El resultat va ser que l'ús del gasoil com a líquid anivellador resultava més favorable que l'oli que empraven els comptadors "Sigma", tant si es tractava de gas desbenzolat com si no. S'advertia que en el cas d'arribar-se a la temperatura de 85°C, el perill de detonació resultava encara menor, fins i tot que emprant l'oli C4 o aigua, tenint a més l'avantatge que no s'evaporava com aquesta darrera i resultava més indicat per la seva menor viscositat que l'oli, menor densitat que l'oli i l'aigua i un punt de congelació (-20°C) molt inferior que l'aigua.

« Por todas estas ventajas, muchas fábricas de gas ya lo vienen utilizando en gran cantidad, para diversos procesos de depuración y que se utiliza además, desde hace muchos años, para la nivelación de contadores hidráulicos, introduciendo en los mismos cierta cantidad de gasoil que forma una capa sobre la superficie del agua de nivelación, impidiendo su evaporación y favoreciendo la conservación del contador, se desprende que el uso del gasoil como líquido nivelador en los contadores de gas no sólo es correcto y adecuado, sino que supera los resultados alcanzados en el empleo de otros líquidos hasta la fecha».⁸

Els avantatges del gasoil com a líquid anivellador ja era aprofitada des de feia temps per la important firma anglesa W.C. Holmes &C, Ltd. que fabricava des de 1930 el comptador "B.M." de gasoil per les raons següents: 1) La comprovació d'anivellament es reduïa a un cop cada dos o tres mesos. 2) No es gelava a l'hivern. 3) La part interna del tambor és mantenia sempre neta. 4) I preservava d'atacs tant el tambor com la caixa.

La capacitat de mesura dels comptadors B.M. instal·lats a les principals fàbriques d'Anglaterra i exportats a molts països era elevat ja que variava des dels 85.000 litres/hora els mes petits a 1700.000 litres/hora el més gros. Eren comptadors industrials o de fabricació que treballaven a pressions molt altes que oscil·laven entre 1 mcda a 35 mcda. L'expedient de model d'utilitat es va resoldre favorablement amb el número 28.530 segons l'informe de resolució 59.267.

⁸ Caixa 590. AFGN.

Catalana de Gas va instal·lar els seus comptadors principalment en els tres models de 3, 5 i 10 becs amb pèrdues de càrrega molt petites.⁹

Consum		Pèrdua
Becs	Litres/hora	De càrrega en mm cda.
3	420	1
5	700	1,5
10	1400	4

Quadre 1. Capacitat i pèrdues de càrrega dels models de comptador CGE.

Font: AFGN.

Aquest comptador també resultava competitiu tot i l'encariment del preu de les matèries primeres autoritzat pel govern. La taula següent, treta d'un document de 1954, ens mostra que per a la mateixa capacitat el comptador CGE resultava més be de preu que tots els altres models:¹⁰

Marca	Capacitat en becs	Preu en pta. el 31-12-53	Nou preu en pta. el 20-07-1954
Ciervo	5	1.183	
Lizars	5	1.274,50	
Sigma	5/10	845	970
Kromschroeder	10	775	890
C.G.E.	5/10	750	800

Quadre 2. Comparació entre els models de comptador de la mateixa capacitat.

Font: AFGN.

4. Millorar per ser més competitiu

La recuperació de l'economia que tingué lloc a Espanya a principis dels anys seixanta, com a conseqüència de la implantació del pla d'estabilització i de la lenta i progressiva obertura exterior de l'economia, va donar lloc a una millora de les condicions de vida que evidentment havia de reflectir-se en els consums energètics i el gas n'era un de considerable. El tipus de comptadors CGE de 5/10 becs, que havia estat introduït des del 1952 donava com a màxim 2,5 m³/h de gas, quedava doncs limitat als abonats que només feien servir gas a la cuina i no per aquells que, degut a la millor qualitat de vida, a més de cuina de gas disposaven d'escalfador d'aigua encara que fos petit.

Per donar resposta a aquesta situació els enginyers de Catalana van pensar en augmentar el diàmetre del tambor i en conseqüència la capacitat del comptador sense variar l'estructura del mateix. Així va ser com es va construir un nou volant de 20 mm més de diàmetre de forma que amb aquest increment s'aconseguia augmentar la capacitat del comptador fins a arribar a 23 becs, és a dir 3220 litres/hora.

Es van fer proves fent treballar el comptador fins a un total de 500 m³ a raó de 3 m³/h i el resultat fou prou satisfactori perquè es parlés de fer una comanda per tal que els comptadors fossin instal·lats en aquells domicilis que tenien cuina i escalfador.

Però hi hagué una altra circumstància que va condicionar la millora i que aquesta estava lligada als costos de reparació dels comptadors. Els comptadors podien ser adquirits per l'usuari, aleshores ell se'n feia càrrec de la reparació, o ser de lloguer. Se sabia que cada comptador en mitjana havia de ser reparat un cop cada cinc anys i en la majoria de casos la reparació no durava ni dos anys. Així doncs, la despesa al cap de set anys pujava a 750 pta, cosa que implicava al voltant de 100 ptes anuals. Amb aquests preus a la companyia no li sortia a compte el lloguer ja que se solia pagar fins a 11 becs unes 4,75 ptes al mes i d'11 a 26 becs unes 7 ptes al mes. Per la seva banda, l'usuari que l'havia adquirit

⁹ Caixa 589. AFGN.

¹⁰ Caixa 590. AFGN.

en propietat quan se li espatllava optava, habitualment, per passar-se al butà degut a l'alt cost de la reparació.

Amb l'objectiu de reduir el cost de la reparació i fer els comptadors de lloguer més rendibles, els enginyers de Catalana van projectar una variant del comptador CGE d'alumini en lloc de ferro. La idea consistia en fer la carcassa i la bossa de líquids de fosa de silumín o alpax que era un aliatge d'alumini i sílice. Aquesta carcassa s'unia amb unes juntes de cautxú per permetre una reparació en menys d'una hora. Al mateix temps que se'n modificava la carcassa s'incrementava la seva capacitat en un o dos becs més en efectuar-se una modificació en el sífó. Així del comptador que hi havia de 5/10 becs, del que se'n cobrava de lloguer 4,75 ptes al mes, es passaria a un de nou de 2 m³/h (uns 14 becs) pel que se'n podria cobrar un nou lloguer de 7 ptes al mes. D'aquesta manera es resolria el problema dels comptadors de lloguer al temps que es posava al mercat un comptador apte per a consums més alts. Pel que feia als comptadors de compra es va optar per cobrar una assegurança de 5 ptes al mes a canvi que la companyia se'n fes càrrec de totes les reparacions durant 20 anys. D'aquests comptadors se'n va fer una comanda de 10.000 unitats als Tallers Tomàs a un preu de 1030 ptes cadascun.

5. Unes previsions poc encertades

En 1961, després de sis anys de funcionament d'alguns comptadors CGE es va redactar un informe comparatiu entre els diferents comptadors que hi havia en el mercat utilitzant com indicador el percentatge dels que havien hagut de ser canviats. Els que sortien més ben parats eren els CGE en primer lloc i els hidràulics després, i els pitjor situats els secs de la casa Kromschroeder amb gairebé un 30% de substitucions. La conclusió de l'informe era molt clara:

«Mientras no se pueda suministrar gas en condiciones normales como antes de la guerra, no es aconsejable utilizar contadores Kromschroeder, que en todo caso deberían ser de 25/50 mecheros, nunca de 10/20 mecheros. Entretanto son aconsejables los CGE de 2m³/h con carcasa de silumín, y para más adelante comprobar el comportamiento de los contadores secos de nuevo tipo, también de aluminio, con los que se logrará que aún a igualdad de reparaciones, los de este último reduzcan su coste a la mitad».¹¹

En aquells anys es pensava que el subministrament del gas es normalitzaria probablement cap l'any 1963 i que encara que tingués lloc una substitució del gas ciutat per gas natural, els comptadors CGE serviran perfectament. No passaria el mateix amb els comptadors secs, les membranes de pell dels quals haurien de ser canviades per d'altres de cautxú sintètic o altres productes artificials. Però aquí van fallar les previsions perquè amb la introducció del gas natural els comptadors secs van guanyar la batalla als comptadors de gasoil de CGE.

6. Conclusió

Innovació i crisi són termes contradictoris, ans al contrari és en períodes de crisi quan han de implantar-se amb més força les innovacions. En èpoques d'expansió, a les empreses els resulta més còmode no fer canvis car la innovació sempre comporta riscos i incerteses. Avui, però, tots els economistes coincideixen a afirmar que en aquest món globalitzat sols sobreviuen les empreses capaces d'innovar. A la dècada dels anys 50 del segle XX, en canvi, la innovació era més aviat una manera de resoldre problemes.

¹¹ Caixa 590. AFGN.

Tradicionalment la innovació havia estat relacionada amb els tres factors del creixement econòmic: Terra, treball i capital. La tecnologia gairebé no era considerada com a factor determinant. Fou Joseph A. Schumpeter (1883-1950) qui a el 1939 va destacar la importància de les innovacions tecnològiques per a fer moure l'economia i no va ser fins 1957 que el professor del Massachusetts Institute of Technology (MIT) Robert Solow va establir que la tecnologia era, juntament amb el treball i capital un factor determinant del creixement econòmic. A partir d'aquest moment els economistes van començar a elaborar models explicatius de la innovació tecnològica. Models lineals on la innovació estava directament lligada a la recerca i desenvolupament i altres models d'interacció múltiple on la innovació estava connectada en cadena amb la ciència, la tecnologia, les demandes dels consumidors i les condicions del mercat.¹²

El cas que es presenta en aquesta comunicació és una innovació consistent en la recerca i desenvolupament d'un nou model de comptador de gas i les modificacions posteriors. En un primer lloc s'ha de dir que la innovació fou generada en situació de monopoli, en un context de crisi per manca de recursos i encaminada a resoldre un problema fonamental per a l'empresa: la comptabilització correcta del consum per tal de poder facturar-lo correctament. Es tractava, doncs de resoldre un problema que repercutia directament en els ingressos.

Posteriorment, en canvi, les millores que s'incorporaren foren innovacions lligades a altres factors com l'increment del consum, degut a que l'economia semblava sortir de la crisi, i a un problema de costos de manteniment. Problemes concrets als que es tractava de donar resposta amb les millores tècniques. La innovació tecnològica es mostrava encadenada a factors diversos tant en període de crisi com en l'etapa de creixement. El comptador CGE ens proporciona, doncs, un magnífic exemple d'innovació tecnològica que aplega diversos factors com els consums, la demanda i el manteniment en condicions econòmiques diferents i posa de manifest la complexitat que envolta aquest terme.

7. Bibliografia

BIARD, M.; GRANGETTE, M. *Distribution et utilisation du gaz*. París: Librairie de l'enseignement technique, Léon Eyrolles, éditeur, vol. I, 1926.

BORIAS, Edmond. *Traité théorique et pratique de la fabrication du gaz et de ses divers emplois à l'usage des ingénieurs, directeurs et constructeurs d'usines à gaz*. Paris: Librairie Polytechnique Baudry et Cie, 1890.

DARCEL, M. *Mémoire sur l'éclairage des villes*. París: Dunod, 1878.

ESCORSA CASTELLS, Pere. «La relació entre la innovació tecnològica i el creixement, el territori i el medi ambient », a VEGARA, Josep. M. *La innovació tecnològica*. Barcelona: Enginyers Industrials de Catalunya, 2007, p. 93-127.

GARCIA ABAD, Bruno. *Proyecto de una fábrica de contadores de gas, cañerías y gasómetros*. Ejemplar manuscrito nº 681.12(043)Gar. Barcelona: Fondo Antiguo de la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial, 1895.

KROMSCHROEDER, 1908: S.A. *Kromschroeder Barcelona. Fabrica de contadores secos de gas*. Fundada en Barcelona en 1908.

KROMSCHROEDER, 1930: *Kromschroeder. Comptador de Gas de Gran Rendiment. Model 1930*

LABOULAYE, Charles. *Dictionnaire des Arts et Manufactures de l'agriculture, des mines*. París, 1873.

MINEUR, A. *Manuel du chef du service extérieur d'une usine a gaz de puissance moyenne*. París: Journal des Usines à Gaz, 1922.

SCHILLING, N.H. *Traité d'éclairage par le gaz*. París, Eugène Lacroix, éditeur, 1868.

¹² ESCORSA, P. (2005), 96.